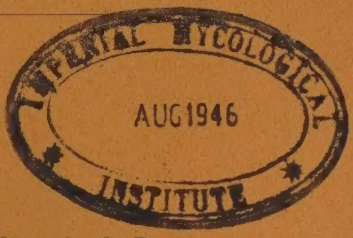
R. UNIVERSITÀ DI PISA
ISTITUTO DI PATOLOGIA VEGETALE
E DI MICROBIOLOGIA AGRARIA E TECNICA
R. OSSERVATORIO REGIONALE DI FITOPATOLOGIA



194

L. PETRI
Direttore della R. Stazione di Patologia Vegetale di Roma

ALCUNE QUESTIONI DI FITOPATOLOGIA GENERALE

Introduzione al 1° Corso di Specializzazione in Discipline Fitopatologiche tenuto alla Facoltà di Agraria della R. Università di Pisa

Estratto dagli ANNALI DELLA FACOLTA DI AGRARIA
NUOVA SERIE – VOLUME III – (XLI DALLA FONDAZIONE)
1940 – XVIII

PISA, PREMIATO STABILIMENTO TIPOGRAFICO G. CURSI & FIGLI – 1940 XVIII

L. PETRI

Direttore della R. Stazione di Patologia Vegetale di Roma

ALCUNE QUESTIONI DI FITOPATOLOGIA GENERALE

Introduzione al 1° Corso di Specializzazione in Discipline Fitopatologiche tenuto alla Facoltà di Agraria della R. Università di Pisa

RIASSUNTO – L'A. discute al lume dei più recenti reperti sperimentali alcune questioni fondamentali della Fitopatologia. Anzitutto, la immunità e la resistenza delle piante alle malattie ed ai parassiti, sostenendo, dal punto di vista pratico, la esclusione delle applicazioni sieroterapiche e della terapia interna; mentre l'acquisto o l'aumento della resistenza dovrà essere ottenuto con mezzi indiretti e particolarmente mediante la selezione di varietà o razze immuni od altamente resistenti.

Dà Egli, inoltre, nozioni aggiornate sulla predisposizione e sopra i processi patologici in relazione anche alla degenerazione per senilità.

Esamina, infine, la variabilità dei microrganismi parassiti.

RESUMÈ – L'A. discute à la lumière des plus recents rapports expèrimentaux quelques questions fondamentaux de la Phitopathologie. Avant tout, l'immunitè et la rèsistance des plantes aux maladies et aux parasites, en soutenant, du point de vue pratique, l'exclusion des applications de sèrum et de la thèrapeutique interne; tandis que l'acquisition et l'augmentation de rèsistance devra être obtenue par de moyens indirects et particulièrement par la sèlection de varietès ou de races rèfractaires aux maladies et hautement résistantes.

Il donne, en outre, des notions ajournées sur la prèdisposition et sur les procès pathologiques en rapport même de la dègènèration par senilitè.

Il examine, enfin, la variabilitè des microorganismes parasites.

ZUSAMMENFASSUNG – Der Verfasser erörtert auf Grund der neuesten experimentellen Forschungsergebnisse einige grundlegende Fragen der Pflanzenpathologie. Vor allem die Immunität und Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegen Krankheiten und Parasiten, wobei er vom praktischen Gesichtspunkt aus dafür eintritt, dass

die Anwendung der Serumtherapie und der inneren Therapie auszuschliessen sei; während die Erwerbung oder Vermehrung der Widerstandsfähigkeit durch indirekte Mittel erreicht werden müsse, und zwar im besonderen durch die Zuchtwahl verschiedener Typen oder Rassen, die immun oder im höchsten Grade widerstandsfähig seien.

Ausserdem bringt er dem neuesten Stand der Forschung entsprechende Erkenntnisse in Bezug auf die Prädispositon und die pathologischen Prozesse, auch in Verbindung mit der Degeneration infolge hohen Alters. Schliesslich untersucht er die Variabilität der parasitischen Mikroorganismen.

SUMMARY – The Author, enlightened by the latest experimental discoveries, examines some of the fundamental points of Phytophatology. In the first place, the immunity of plants from diseases and parasitic insects and their power to resist attacks of same, excluding, from a practical point of view, applications of serum therapeutics and internal therapeutics, since the acquisition and increase of resistence should be obtained by indirect means and particularly by selecting the varieties or strains which are either altogether immune or possessing a high degree of resistence.

The Author, moreover, gives up-to-date information on predisposition and on the pathological processes concerning degeneracy from age. He finally discusses the variability of parasitical micro-organisms.

Se lo studio scientifico dei problemi della tecnica agraria può esser considerato come uno dei più complessi che si conoscano, giacchè in esso trovano indispensabile applicazione le scienze le più diverse, da quelle biologiche a quelle chimiche e fisico-chimiche, la Patologia vegetale, che si propone lo studio dei fenomeni patologici presentati dalle piante e che non può prescindere dalla conoscenza possibilmente completa dell' intima costituzione e della funzionalità delle piante stesse e dei parassiti, come della natura e del meccanismo d' azione di ogni altra causa patogena e di tutte le condizioni esterne nelle quali i fenomeni patologici si svolgono, offre un campo ancora più vasto all' applicazione della scienza.

Il corso di lezioni che oggi s' inizia non ha per scopo lo svolgimento metodico e dettagliato di tutte le nozioni oggi acquisite nel campo delle malattie e dei danni prodotti alle piante coltivate da parassiti vegetali ed animali, come anche da cause fisiche o chimiche dell'ambiente. Ciò non sarebbe possibile in un numero limitato di lezioni.

Lo scopo di questo corso è quello di portare a conoscenza di chi ha già frequentato i corsi ordinari di Fitopatologia e di Entomologia agraria le vedute più recenti sopra alcuni problemi di maggior importanza, sia teorica che pratica.

Tanto la Fitopatologia che l' Entomologia agraria possono esser considerate come le due branche principali della Patologia vegetale, riservando alla Fitopatologia lo studio di tutte le malattie e alterazioni prodotte da parassiti vegetali e da cause inorganiche, mentre l'Entomologia agraria o applicata si occupa dei parassiti animali e specialmente degl' insetti.

Per quanto la Fitopatologia non possa esser considerata come una scienza a se stante, una scienza pura, attualmente sono così numerose le nozioni che in modo specifico riguardano le cause e la natura dei processi morbigeni delle piante e il loro particolare svolgimento e sono così progrediti i metodi d' indagine propri del fitopatologo che sarebbe per lo meno inesatto considerare la Fitopatologia come una semplice applicazione della Botanica allo studio delle malattie delle piante prodotte da parassiti vegetali o da cause inorganiche.

Il vero fitopatologo oggi non può essere il naturalista generico o l'agrario privi di una preparazione adeguata, ma esso deve formarsi nei Laboratori d' Istituti specializzati attraverso un tirocinio relativamente lungo. Con questo Corso di perfezionamento noi non intendiamo dunque di creare con poca fatica e in breve tempo dei fitopatologi, ma d' indicare a chi prende vivo interessamento alle malattie delle piante lo stato attuale di alcune questioni fondamentali di questo campo di studi per invogliarlo e indirizzarlo ad ampliare le proprie nozioni ed a perfezionare quelle già acquisite.

LEZIONE I.

L' IMMUNITÀ E LA RESISTENZA DELLE PIANTE ALLE MALATTIE INFETTIVE ED AI PARASSITI.

L'immunità intesa nel suo significato assoluto è l'immunità naturale, cioè la rafrattarietà di fronte alle infezioni, ai parassiti animali o vegetali ed alle cause patogene inorganiche.

L'immunità acquisita non differisce sotto molti aspetti dall'immunità naturale, ma essa è piuttosto da intendersi come una resistenza.

Come sarà detto più oltre, l'immunità acquisita nelle piante superiori non ha alcuna importanza pratica.

Il concetto d'immunità non è sempre ben distinto da quello di resistenza perchè tanto l'immunità come l'elevata resistenza hanno per effetto la protezione di una pianta contro cause patogene, ma mentre nel caso dell'immunità naturale la pianta è costantemente refrattaria contro determinate cause patogene, nel caso della resistenza, che è dovuta alla somma di fattori interni e di condizioni esterne, la pianta può diventare suscettibile a queste stesse cause patogene per variazioni intervenute in qualche fattore interno o in qualche condizione esterna.

In altre parole si può dire che l'immunità naturale resulta dal fatto che fra ospite e parassita e cioè fra una pianta autotrofa e un organismo eterotrofo non si può stabilire alcun rapporto nutritivo.

Quando si rifletta alla necessità per un parassita di trarre dalla pianta ospite i suoi alimenti appariranno ben evidenti le cause dell'immunità naturale nel caso in cui il parassita si trovi nell'impossibilità di nutrirsi a spese di una determinata pianta, sia che questa non possegga le sostanze richieste dal parassita, sia che queste sieno protette da altre sostanze repulsive per il parassita stesso.

L'immunità naturale deriva dunque da proprietà costituzionali della pianta, da proprietà dipendenti dalla sua costituzione genotipica,

per cui l' immunità è ereditaria per seme come per moltiplicazione agamica. La resistenza pure è ereditaria dipendendo in gran parte da fattori costituzionali i quali rendono possibile alla pianta di combattere l' azione del parassita, il quale troverebbe nella pianta stessa la fonte del suo nutrimento, ma è ostacolato da proprietà passive ed attive dell'ospite. L' efficienza di queste proprietà è però influenzata dalle condizioni dell' ambiente quindi anche dalle condizioni fisiologiche nelle quali si trova la pianta.

I fattori della resistenza passiva possono essere semplicemente costituiti da proprietà morfologiche (culticula spessa, formazione di peli (tomento), tessuti meccanici, ecc.), da proprietà fisiologiche (sostanze chimiche contrarie alla vita del parassita, come per es. il tannino, fenoli, alcaloidi, ecc. ecc.) I fattori della resistenza attiva possono essere costituiti da reazioni specifiche delle cellule (reazioni umorali mediante sostanze protettive preesistenti, come agglutinine e precipitine) paralizzazione e disfacimento del parassita (fagocitosi), reazioni istogene (neoformazioni e necrosi). In gran parte i fattori della resistenza attiva nelle piante devono esser considerati più da un punto di vista teorico che pratico perchè l'immunità o la resistenza acquisita, come ho già detto, non hanno alcun valore pratico nelle piante superiori ed è dubbio che esse in realtà sussistano, per lo meno esse non si manifestano come un fenomeno importante per la vita della pianta.

La resistenza acquisita dovrebbe essere, teoricamente, attiva o passiva.

La resistenza acquisita attiva dovrebbe consistere, come negli animali, nella produzione di sostanze protettive e cioè di anticorpi, antitossine, agglutinine, precipitine, lisine. La resistenza acquisita passiva o immunità indotta dovrebbe consistere nell' immunizzazione artificiale mediante l' immissione nella pianta di sostanze protettive.

Prima di continuare io devo esporre alcuni concetti che forniscono una seria pregiudiziale contro l' ammissione di una simile analogia tra piante ed animali nei riguardi dell' immunità o resistenza acquisite.

Noi tutti sappiamo come si svolga la lotta negli animali superiori e nell'uomo fra organismo e germi infettivi. Nelle piante il meccanismo della resistenza contro questi ultimi è ben lungi dal raggiungere la complessità che la scienza ha rivelato nei metazoi superiori.

Ciò è in relazione al grado d' individualità, diametralmente opposto, che le piante presentano in confronto a quello degli organismi più elevati della scala zoologica. I vegetali più differenziati posseggono infatti un' individualità multipla, essi costituiscono dei veri cenobii o colonie, aggregati in forma arborescente.

Negli animali superiori si ha invece un tale accentramento e coordinazione di struttura e di funzioni da rendere impossibile la suddivisione dell'individuo in singole parti senza nel tempo stesso produrne la distruzione come organismo vivente. Nelle piante è evidente la tendenza a un decentramento delle singole funzioni, essendo ciascuna parte suscettibile di separare più o meno il suo ciclo vitale da quello dell' organismo multiplo a cui appartiene. Questa autonomia potenziale delle diverse parti dell' individuo è al contrario sempre incompleta negli animali, anche nei metazoi metamerici inferiori, giacchè in questi il centro nervoso è sempre localizzato.

In corrispondenza a una simile profonda differenza nel grado d' individualità e alle altre ancora più profonde che riguardano i mezzi coi quali si effettua la vita di relazione col mondo esterno, non troviamo nelle piante superiori neppure un abbozzo di sistema nervoso, nè un accenno a una forma primordiale di fibrocellula muscolare, paragonabile al mioblasto dei Celenterati.

In rapporto pure alla lenta e limitata reattività delle piante agli stimoli esterni, ma principalmente in rapporto ai processi particolari e alle esigenze del suo metabolismo, non esiste in lei un sistema di collegamento delle funzioni vegetative, paragonabile alla circolazione sanguigna o umorale degli animali superiori.

Mancano nella linfa dei vegetali elementi cellulari liberi suscet-

tibili di rapidi spostamenti nel corpo dell' orgarnismo e in condizioni di esplicare tutta la loro attività vitale.

Insieme a questi elementi mancano quindi nella pianta i mezzi più attivi e più efficaci che nella lotta contro le infezioni parassitarie sono impiegati dagli animali.

Nella pianta si realizzano più facilmente le condizioni per una resistenza passiva, dovuta a proprietà costituzionali piuttosto che a una reazione specifica dell' attività vitale delle cellule.

Infatti, per quanto si conosce, gli elementi viventi che circondano i vasi del legno reagiscono alle ferite, come alle infezioni, esclusivamente col loro accrescimento ipertrofico occludendo la cavità dei vasi stessi, ma si tratta di una reazione non specifica e locale, e quando vi è produzione di gomma o di gommoresine si tratta di processi di degenerazione.

Analizzando il meccanismo della resistenza contro le malattie infettive nei vegetali superiori, ci troviamo costretti a dare una importanza prevalente alle vecchie teorie umorali, alle quali una volta si attribuiva l' esclusiva spiegazione dell' immunità negli animali contro i parassiti, in altre parole dobbiamo cercare la soluzione del problema nella forma più semplice e meno attiva dell' azione immunizzante, in quella dovuta a proprietà congenite, statiche, ereditarie, inerenti a una data specie, varietà o razza.

Ma, contrariamente alle speranze di alcuni, non possiamo attenderci di trovare nelle piante un meccanismo dell'azione immunizzante eminentemente attivo, paragonabile a quello che negli animali superiori deriva dalle proprietà biologiche specifiche, dinamiche, sia del siero del sangue sia degli elementi figurati di questo. Ammessi anche per dimostrati alcuni fatti che nelle piante potrebbero riferirsi a questo ordine di fenomeni, come la fagocitosi, la produzione di anticorpi e di agglutinine, resterebbero sempre così localizzate tali reazioni cellulari da fare escludere a priori la supposizione che nelle piante superiori esse possano determinare l' acquisizione di immunità che si diffonda a

tutto l' organismo o anche a uno stesso organo. Per lo stesso grado d' individualità multipla e quindi per l'autonomia delle singole parti di una pianta, l' area a cui può estendersi l' efficacia di un'immunizzazione, dovuta a un' infezione l' ocalizzata, è necessariamente molto ristretta, tale da riuscire inutile come mezzo di protezione del resto dell' organismo contro il ripetersi dell'infezione. E d' altra parte nelle piante annuali che si riproducono per seme sarebbe in vero privo di qualsiasi significato, per la conservazione della specie, un elevamento della resistenza per vaccinazione se poi questa proprietà acquisita non è trasmissibile ai discendenti. Per ciò che riguarda le piante a lungo ciclo vitale, gli alberi per es., noi sappiamo bene che sono numerosissimi gli esempi della incapacità assoluta all' acquisizione di un grado sufficiente di resistenza per salvaguardarsi da ulteriori attacchi di una medesima infezione.

Così noi vediamo ogni anno i nostri peschi costantemente colpiti dal mal della bolla, e le quercie dal mal bianco, senza che si verifichi mai un caso d' immunità acquisita.

Non mancano casi di malattie guaribili che colpiscono i rami di un albero. Quando da questi rami guariti sono formati altri rami, questi a loro volta sono colpiti dalla stessa malattia, contrariamente a quanto dovrebbe avvenire se si verificasse una vaccinazione dovuta al trasporto di sostanze immunizzanti dai rami già stati ammalati e poi guariti a quelli ancora sani e che soggiacciono a un nuovo attacco dell' infezione.

In realtà sono inadeguati nella pianta i mezzi per raggiungere un simile risultato, essa provvede piuttosto alla sua difesa in molti casi d' infezioni parassitarie con l'autoamputazione degli organi periferici colpiti. Se talvolta è stata riportata ed accreditata la notizia di singoli casi d' immunità acquisita in piante agrarie che si sono salvate da epidemie che avevano distrutti i rimanenti individui della stessa specie, si tratta di casi che solo apparentemente potevano ricevere quella interpretazione.

Le nozioni che oggi si hanno sulla promiscuità delle razze elementari che costituiscono nel loro complesso una popolazione di piante della stessa specie, o della stessa varietà, la facile formazione di prodotti d'incrocio con proprietà nuove, le mutazioni vegetative di singole gemme, permettono di spiegare in ben altro modo l'origine di una simile presunta immunità acquisita in taluni individui.

Recentemente è stata resa nota la possibilità d'immunizzare tuberi di patata contro un *virus* mediante l'inoculazione di un altro *virus* più debole, ma dello stesso gruppo. Mancano sino ad ora analisi approfondite del fenomeno e quindi non sappiamo a quale meccanismo biologico esso si debba attribuire; in ogni modo questa eccezione non infirmerebbe il principio generale ora esposto.

L'applicazione di metodi sierologici per determinare il grado di resistenza di alcune piante a determinati parassiti o per differenziare razze di funghi affini è adoperata in Fitopatologia, ma è sfruttata in questi casi la reattività del sangue di alcuni animali, come cavie o conigli, di fronte a determinati antigeni costituiti da estratti di tessuti vegetali o di funghi.

Manca adunque nella patologia vegetale l'estesissimo e fecondo campo di ricerche che nell'organismo animale viene offerto alla scienza dal complesso meccanismo della resistenza e dell'immunità contro le malattie infettive; mancano quindi anche le utili e interessantissime applicazioni della sieroterapia; ma abbiamo in compenso un altro vasto e importantissimo argomento di studio e di applicazioni pratiche, fornitoci dagl'intimi e peculiari rapporti che le piante contraggano col terreno e con tutto il complesso delle condizioni ambienti.

Per questi rapporti non è possibile considerare una pianta, dal punto di vista della fisiologia e della patologia, come un organismo autonomo, isolato dall'ambiente in cui si svolge la sua esistenza.

L'assorbimento dell'acqua e dei sali minerali, che tanta parte costituisce della nutrizione della pianta, rende la vita di questa subordinata alle proprietà del terreno. Un gran numero di disturbi

funzionali più o meno gravi sono determinati nelle piante da improprie condizioni fisiche e chimiche del suolo, e un' infinità di malattie parassitarie sono rese possibili dalle condizioni di predisposizione che simili disturbi funzionali generano nelle piante.

Lo studio delle proprietà fisiche e chimiche del terreno è così complesso che costituisce oggi una scienza a sé, la pedologia, e se consideriamo poi la microfauna e la microflora che del terreno fanno quasi un multiforme organismo vivente, modificando spesso profondamente le sue originarie proprietà, dipendenti dalla costituzione geologica, potremo avere un' idea approssimativa del vastissimo campo d' indagini che il fitopatologo si trova dinanzi quando voglia chiarire le cause mediate ed immediate di una malattia, del suo decorso e voglia ricorrere all' applicazione dei rimedi preventivi o curativi che abbiano una base veramente razionale. Ma per completare le sue indagini il fitopatologo deve spesso rivolgere la sua attenzione anche all' eventuale influenza che le condizioni dell' atmosfera e tutti i fattori meteorologici possono avere sugli organi aerei delle piante nel favorire od ostacolare il manifestarsi di alterazioni o lo sviluppo di un parassita, se trattasi di malattia parassitaria. E nella ricerca di piante resistenti da sostituire a quelle recettive per una data malattia, è necessario giungere a una nozione della resistenza che non sia del tutto empirica, e fissare i criteri per valutarne il grado maggiore o minore nelle piante di nuova introduzione.

Una difficoltà tutta speciale in un simile campo di ricerche è costituita dal fatto che nelle piante la resistenza contro le malattie dipende non tanto da proprietà intrinseche quanto da fattori esterni.

Così accade spesso che una varietà si presenti resistente se coltivata in una data regione mentre perde questa resistenza se trasportata altrove. Il fenomeno rientra nell'ordine di fatti ora esposto e cioè della diretta dipendenza della pianta in tutte le sue funzioni vitali dell'ambiente in cui vegeta. È questa una condizione che se in molti tentativi d'introduzione di varietà nuove è fonte di disil-

lusioni e di danni economici, fornisce in altri casi il mezzo di poter elevare ad arte il valore della resistenza contro determinate cause patogene, quando dal fitopatologo sieno stati definiti i fattori esterni che influiscono sul grado di resistenza e quando si tratti di fattori suscettibili di essere modificati dall'intervento umano.

Nelle piante quindi l'acquisto o l'aumento della resistenza non può essere effettuato che con mezzi indiretti, e non solo deve escludersi l'applicazione della sieroterapia, ma anche della terapia interna in generale. Quest'ultima viene praticata solo in casi eccezionali e nelle piante legnose e quando si tratti di un piccolo numero d'individui. Così per esempio l'inoculazione di sali di ferro nel tessuto vascolare può essere efficace nella cura di certe forme di clorosi.

Ma la terapia interna in patologia vegetale non potrà avere una pratica ed estesa applicazione sino a che non si troveranno sostanze immunizzanti suscettibili di essere assorbite dalle radici e tali da non perdere la loro azione utile per il soggiorno nel terreno o a contatto coi costituenti chimici dei vari tessuti della pianta.

Il problema è dei più difficili ed io dubito che possa mai essere risolto. La sua soluzione rappresenterebbe un incalcolabile vantaggio per l'agricoltura e probabilmente segnerebbe un notevole progresso della chimica biologica.

Premesse queste considerazioni, soffermiamoci alquanto sui fatti citologici che sono stati interpretati come una fagocitosi.

Unico caso che potrebbe essere riferito a questo fenomeno è quello dell'ultima fase della simbiosi fra fungo endofita e radice nelle micorize endotrofiche. Ecco che cosa avviene in quel caso. Il micelio endocellulare, e più esattamente le sue ripetute ramificazioni nell'interno della cellula ospite, un vero austorio ramificato (fig. 1), dopo un periodo di un'intensa attività di nutrizione a spese dell'amido contenuto nella cellula ospite, subiscono un collasso, parte del loro contenuto plasmico fuoriesce dalla membrana e si rapprende in numerosi grumi di forma irregolare aderenti alle ife. Questi corpi sono

i cosidetti *sporangioli* di Janse comuni a tutte le micorize endotrofiche. (fig. 2).

Fig. 1 – Esempio di un austorio ramificato. *(Erysiphe graminis).*

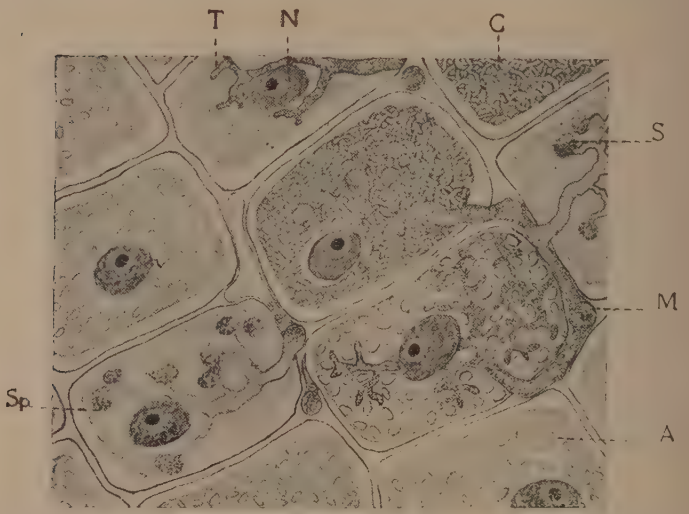


Fig. 2 – Cellule della corteccia primaria della radice di *Vitis vinifera* ospitante il fungo endofita della micoriza.
T, ramificazioni del micelio endocellulare. N, nucleo della cellula ospite. G, micelio endocellulare che forma un fitto intreccio intorno al nucleo. S, e Sp, Sporangioli di Janse. M, micelio intercellulare. A, amido. $\left(\text{Ingr. } \frac{800}{1}\right)$.

Dopo questo vero e proprio processo degenerativo di *plasmoptisi,* il micelio nell'interno della cellula muore e si può mettere in evidenza nella cellula stessa la presenza di un enzima proteolitico.

La teoria dell'immunità acquisita nei vegetali superiori vede in tutto questo un caso di fagocitismo. Ora è molto più semplice e più aderente alla realtà interpretare il fatto come l'effetto di un processo di autolisi delle ife fungine, che d'altra parte si può facilmente ripetere in vitro. In appoggio a questa interpretazione sta il fatto che le cellule ospitanti il fungo micorizico appartengono alla corteccia primaria della radice, un tessuto destinato, nelle piante legnose, a vivere breve tempo, perchè sostituito della corteccia secondaria e quindi di ben poca utilità sarebbe per la pianta la digestione del fungo. Si deve inoltre riflettere che se il fungo micorizico è un parassita, esso è però bene tollerato dalla pianta ospite e secondo la teoria della simbiosi mutualistica, esso sarebbe anzi utile a quest'ultima, quindi, ammesso pure che vi sia uno sfruttamento da parte della pianta delle sostanze proteiche del fungo, non si tratterebbe di un'azione difensiva, anche perchè la tante volte pretesa invadenza dei tessuti del cilindro centrale da parte del fungo micorizico non è mai stata dimostrata. A proteggere quei tessuti veramente vitali della pianta basta l'endodermide. Si deve tener presente anche il fatto che la pretesa fagocitosi si verifica dopo che il fungo ha utilizzato tutte le sostanze idrocarbonate della cellula ospite, per cui la pretesa azione difensiva da parte di quest'ultima si compirebbe troppo tardivamente per riescire efficace.

I tentativi fatti dapprima, sino dal 1901, dal RAY e dal BEAUVERIE in Francia, per dimostrare la possibilità d'immunizzare le piante contro i loro parassiti con metodi assai empirici di vaccinazione hanno dato dei risultati incerti. Il RAY affermò di avere immunizzato giovani piantine di lupino e di fagiolo dall'attacco del *Bacillus putrefaciens* inoculando in tali piantine l'acqua di lavaggio del precipitato ottenuto trattando con alcool le colture del parassita. BEAUVERIE affermò di avere immunizzato piantine di *Begonia* contro l'attacco della *Botrytis cinerea* sottoponendo le talee di questa pianta al semplice contatto del liquido di coltura di questo fungo. Esperimenti simili

sono stati ripetuti in Italia da alcuni fitopatologi senza portare una dimostrazione esauriente della possibilità da parte della pianta superiore di avere acquisito l'immunità contro un dato parassita. CARBONE e la sua scuola ha molto lavorato in questo campo di ricerche senza, a parer mio, raggiungere la desiderata dimostrazione.

Le esperienze a questo riguardo consistono quasi sempre nel porre a contatto delle radici o dei semi della pianta da immunizzare il liquido colturale del microrganismo parassita o l'infuso del micelio ottenuto in coltura o il suo estratto etereo ridisciolto in acqua. E' stato osservato che le piante così trattate non erano più attaccate dal microrganismo parassita, almeno per un certo tempo. Si può obiettare che questa apparente immunizzazione può dipendere dal fatto che sul parassita viene esercitata un'azione repellente dai prodotti del proprio metabolismo e se ciò si debba escludere in alcuni casi, come vuole il CARRONE, a noi manca sino ad ora qualsiasi nozione del meccanismo con cui una tale immunizzazione si compirebbe.

Noi infatti non sappiamo se nel caso di piante integre il principio immunizzante penetri nell'interno della pianta e se questa reagisca col produrre degli anticorpi o delle antitossine. Cosicché nella migliore delle ipotesi l'immunizzazione in queste esperienze resta sempre una interpretazione di un fatto che potrebbe ricevere una qualsiasi altra spiegazione.

ARNAUDI aggiungeva all'acqua dove erano poste delle talee di geranio un siero animale contenente anticorpi specifici del *Bacterium tumefaciens* con cui erano state infettate le talee.

Dopo alcun tempo si notava la regressione dei cancri che si erano incominciati a sviluppare. Ciò dimostrerebbe la capacità da parte della pianta dell'assorbimento e del trasporto nei propri organi di anticorpi. C'è da osservare che questi ultimi erano stati prodotti da un animale e non dalla pianta e che l'assorbimento non era avvenuto da parte delle radici, cioè da cellule viventi, ma per semplice capillarità dai vasi del legno. Il resultato di una simile esperienza non si

può quindi considerare come dimostrativo di una immunità acquisita nelle piante.

Una dimostrazione delle possibilità di formare da parte delle piante superiori degli anticorpi avrebbe raggiunto KOSTOFF, ma non in caso di una infezione, ma sebbene nel caso dell'innesto fra solanacee.

La reazione avverrebbe in questo caso di fronte alla presenza di *succhi* di una pianta estranea. KOSTOFF ha posto in evidenza una precipitina e una lisina.

Ulteriori ricerche di SILBERSHMIDE hanno confermato i risultati di KOSTOFF solo in parte e sono contrarie ad ammettere la costanza e la specificità di questi anticorpi.

Non posso dilungarmi troppo su questi tentativi per dimostrare nelle piante l'esistenza di fatti relativi all'immunità acquisita. Se anche *a priori* si buò ammettere che il citoplasma vegetale reagisca allo stesso modo di quello animale all'azione di un germe infettivo, non è affatto dimostrato che queste reazioni abbiano nella pianta il grado e gli effetti, quindi la portata, che hanno negli animali.

Anche la dimostrazione che nei tessuti vegetali possano formarsi precipitine, agglutinine in seguito ad infezioni batteriche, dimostrazione che per due o tre casi è stata fatta, si tratta sempre di tessuti immediatamente a contatto di quelli infetti e non è stato mai constatato che questi anticorpi si sieno poi diffusi in altre parti del corpo della pianta. Dal punto di vista quindi della immunizzazione questa dimostrazione resta del tutto negativa.

A risultati più sicuri sono giunte le ricerche per dimostrare la causa della resistenza alle malattie infettive per proprietà congenite. Così ad esempio per alcuni casi l'elevata resistenza contro determinati parassiti si basa su proprietà anatomiche o sull'alto contenuto in acidi organici, come acido malico, acido ossalico, acido citrico, ecc. oppure nell'elevato tenore in tannino, in altri glucosidi o alcaloidi o altre sostanze. In altri casi la resistenza deriva da cause più complesse. Nel caso del grano, ad esempio, attaccato dalle ruggini,

se le cellule che sono per le prime aggredite dal fungo periscono, il micelio, che per vivere ha bisogno di trarre il suo nutrimento da cellule vive, finisce ben presto per morire anche lui e così la foglia si salva dall'infezione più grave. Sulle foglie di grano resistente si vedono spesso delle piccole macchie giallastre, che si chiamano macchie *d'ipersensibilità;* sono appunto queste macchie che corrispondono alle cellule morte o morenti sotto l'azione diretta della ruggine.

Nell'agricoltura pratica si cerca di trarre vantaggio di queste proprietà naturali di resistenza e della loro ereditarietà, selezionando le varietà o le razze che in più alto grado ne sono fornite o cercando di ottenere degli ibridi resistenti incrociando varietà recettive, ma pregiate per il loro prodotto, con varietà immuni o altamente resistenti, più rustiche.

E' questa la via più sicura e già feconda di resultati brillanti che conviene seguire, considerando quasi come un'utopia la speranza di applicare con successo alle piante i metodi che si usano nella patologia animale per ottenere un'immunità acquisita.

LEZIONE II.

Nozioni sulla predisposizione – Cenni sui processi patologici – La variabilità dei microrganismi parassiti – Se esista una degenerazione delle piante per senilità.

Predisposizione. La teoria della predisposizione si basa sulla nozione che nel caso delle malattie parassitarie non basta la presenza del parassita per determinare la malattia, ma occorre anche il realizzarsi nella pianta di particolari condizioni che la rendano attaccabile.

Se ciò avviene in modo molto evidente per numerose malattie parassitarie, per alcune di esse invece la necessità di una predisposizione è meno evidente.

Vi sono alcuni parassiti, la cui aggressività è così estremamente elevata che attaccano la pianta ospite anche nelle migliori condizioni di vegetazione, risparmiandola anzi quando si trovi indebolita per qualsiasi altra causa patogena. Si possono citare ad esempio di simili parassiti la peronospora della vite e le ruggini dei cereali.

Si può distinguere, col Sorauer, una predisposizione normale o fisiologica e una anormale. La predisposizione normale o fisiologica può esser data dall'età, così molte piante sono recettive per certi parassiti solo nell'età giovanile o nei germogli o foglie giovani, mentre sono resistenti o immuni nell'età adulta o negli organi adulti, o a struttura secondaria.

Così, ad esempio, la vite è recettiva per la peronospora nei suoi organi aerei giovani, ma non in quelli lignificati.

Le piantine germinanti di molte conifere sono facilmente attaccabili dalla *Phytophthora omnivora*, da *Pythium*, da *Fusarium*, da *Rhizoctonia* che ne producono la morte, mentre sono immuni contro simili parassiti quando già abbiano l'età di un anno ed oltre.

La predisposizione anormale o patologica è determinata invece da cause anormali dell'ambiente, dalla nutrizione sfavorevole, dalle ferite, ecc.

Conviene portare qualche esempio. Quando il periodo primaverile è piovoso non solo è favorito lo sviluppo di funghi e batteri patogeni per le piante, ma queste si trovano nella maggior parte dei casi anche in uno stato di recettività per molti parassiti, perchè la loro costituzione istochimica è meno ricca di elementi meccanici, le pareti cellulari sono meno ispessite e meno ricche di elementi minerali perchè essendo la traspirazione ridotta al minimo è assai meno attiva la corrente della linfa che dalle radici sale alle foglie e siccome l'accrescimento avviene egualmente e anzi in misura maggiore che non nel tempo asciutto tanto più se la temperatura è assai elevata, la fabbricazione di sostanza secca da parte della pianta si fa quasi tutta a spese dei prodotti dell'assimilazione fotosintetica con

un minimo di sostanze delle ceneri, quindi si formano tessuti più appetiti e più attaccabili dai parassiti.

E' sempre una ragione trofica quella che determina l'attacco del parassita. Dove esso non è attratto chemotropicamente da sostanze contenute nella pianta questa è rispettata, ma quando la pianta elabora sostanze appetite dal parassita questo l'aggredisce malgrado la protezione di robusti tessuti epidermici, a meno che la pianta non elabori contemporaneamente sostanze ad azione repellente.

In esperienze che io feci circa 30 anni fa riuscii a far attaccare dalla *Sclerotinia sclerotiorum* foglie vive della comune gramigna, che è per natura immune contro questo parassita solo facendo agire sul fungo un potente stimolo chemotropico positivo (cfr. fig. 3).

Il contenuto in sostanze chemotropicamente attive nei tessuti vegetali varia molto in relazione alle condizioni di vegetazione. L'elaborazione di sostanze zuccherine, gommose, che sono molto appetite dagli insetti, avviene in maggior quantità in determinate condizioni, per cui si stabilisce uno stato di recettività (terreni umidi, ricchi di sostanze azotate, ecc).

Nel caso dei parassiti di ferite, cioè di quei migrorganismi che possono penetrare nell'ospite solo attraverso un trauma, per alcuni di essi non bisogna pensare che sia la semplice soluzione di continuità dei tessuti protettori periferici (epidermide, peridermide) che renda possibile l'attacco, in alcuni casi sono i tessuti di cicatrizzazione della ferita che esercitano lo stimolo chemotropico positivo sul parassita perchè esso soltanto in tali tessuti, che al loro inizio sono di natura embrionale, trova le condizioni necessarie al suo sviluppo. Abbiamo di ciò un esempio molto comune ed a tutti noto: quello che ci offre l'attacco di *rogna o tubercolosi* dell'olivo dopo una grandinata.

Delle ferite sono molto frequentemente prodotte dal gelo, specialmente dalle gelate primaverili che colpiscono le piante nel periodo del loro massimo accrescimento e quindi danneggiano i tessuti giovani. ricchi di acqua e di sostanze proteiche.

In molti casi il freddo tardivo costituisce dunque una condizione predisponente a molte infezioni batteriche o fungine. Secondo una

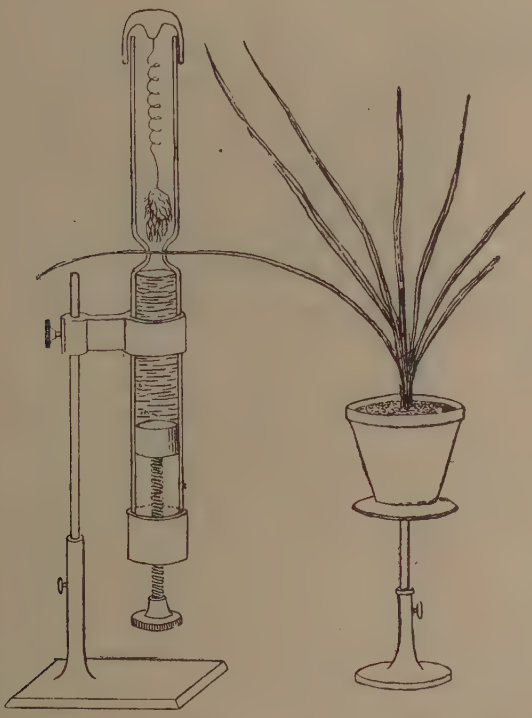


Fig. 3 – Esperienza sull'importanza del chemotropismo positivo come fattore dell'aggressività dei funghi contro le piante superiori. Una foglia della pianta di gramigna passa fra due tubi di vetro dei quali il superiore contiene un frammento di agar nutritivo su cui cresce il micelio del fungo, l'inferiore contiene il decotto chemotropicamente attivo il cui livello è spostabile mediante la vite.

recente teoria può avvenire che la necrosi prodotta dal freddo, e che permette la penetrazione del fungo parassita, è resa possibile dal fungo stesso, che con le sue secrezioni enzimatiche rende più facilmente

sensibili al freddo le cellule sulle quali dapprima si sviluppa saprofiticamente.

Questo particolare modo di comportarsi del parassita è stato chiamato " triptofitismo „ ed esso può dare un'idea dei processi complessi e per i quali vengono a realizzarsi molte volte le condizioni favorevoli a un'infezione parassitaria. E' ben nota la subordinazione che presentano certe malattie, come il susseguirsi della *fumaggine* all'attacco delle cocciniglie o degli afidi, *l'antracnosi* dei rametti di limone all'infezione da parte della *Deuterophoma tracheiphila*. Nella querce la siccità produce talvolta un primo indebolimento, aggravato poi dall'attacco dell'oidio, che determina a sua volta un ulteriore indebolimento di cui approfittano funghi del terreno che attaccano le radici e il colletto.

La teoria della predisposizione ha la più grande importanza per l'igiene delle piante, anzi ne è la base fondamentale.

Moltissime malattie parassitarie si possono evitare o rendere poco dannose solo con provvedimenti di natura colturale che rimuovano quelle cause ambientali capaci di rendere recettive le piante per certi parassiti.

Così tutti i lavori al terreno per renderlo permeabile all'acqua e all'aria costituiscono il miglior mezzo per prevenire o curare i diversi marciumi delle radici. Il diradare la chioma degli alberi, il fare gl'impianti non troppo fitti, costituiscono mezzi per prevenire o diminuire molte infezioni fungine o infestazioni d'insetti alle foglie e ai rametti.

Il regolare l'irrigazione, le concimazioni, è pure un mezzo molto efficace per rendere più resistenti le piante contro determinate malattie e parassiti.

Molte malattie per carenza di qualche elemento indispensabile alla vita di una determinata pianta possono costituire a lor volta la condizione predisponente a malattie parassitarie. E' ben noto il caso

della barbabietola che viene attaccata dal *Phoma betae* se coltivata su terreno troppo povero di boro.

Sono numerosissimi gli esempi che dimostrano tutta l'utilità pratica delle nozioni esatte delle condizioni dell'ambiente che, malattia per malattia, rendono le piante recettive per ciascuna di esse. Tali nozioni dovrebbero, insieme a quelle della terapeutica, costituire il *vade mecum* dell'agricoltore.

Processi patologici. – Le manifestazioni esterne o sintomi delle diverse malattie che non ho creduto di esporre in questa introduzione al Corso, muovono da modificazioni interne degli elementi istologici le quali più dei sintomi esterni, definiscono la natura stessa della malattia.

Queste modificazioni patologiche dei tessuti sono studiate dall'Anatomia patologica e dalla Fisiologia patologica.

I processi patologici delle cellule si possono distinguere nel modo seguente: necrosi, ipoplasia, ipertrofia, iperplasia, metaplasia.

Questi processi possono essere intesi come processi regressivi in senso generale, perchè ciascuno di essi isolatamente o complessivamente determinano nell'organismo o in un dato organo la morte o una menomazione della sua resistenza a cause nemiche o comunque provocano deviazioni dallo stato normale non utili.

Esaminiamo brevemente in che cosa consistano questi processi patologici.

Necrosi. – La necrosi consiste in modificazioni regressive irreparabili del protoplasma che portano inevitabilmente alla disorganizzazione e alla morte della cellula, dei tessuti, degli organi e anche dell'intero organismo. Col nome di *necrobiosi* s'intentono comunemente quei processi di alterazione della struttura e dell'attività vitale delle cellule che si svolgono relativamente lenti per cui la morte non è immediata, ma graduale.

La *necrobiosi* intesa nel senso di BEYERINCK è caratterizzata dal fatto che dopo la morte della cellula possono rimanere attivi degli enzimi che fanno sentire la loro azione specialmente sulle pareti cellulari e sul citoplasma morto.

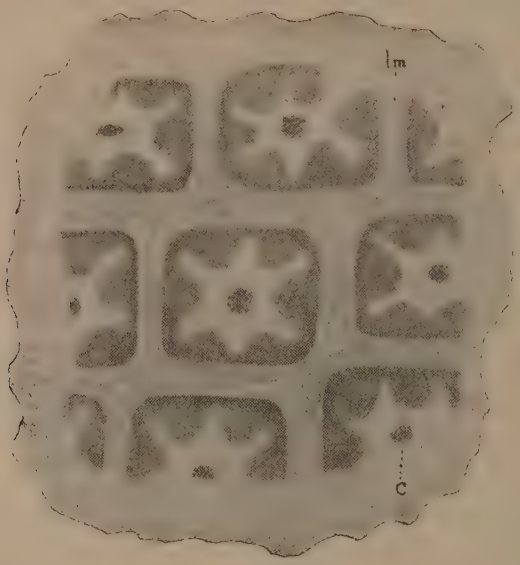


Fig. 4 – Cellule del parenchima legnoso necrotizzate con rigonfiamento della parete e idrolizzazione della lamella mediana (lm). C, citoplasma necrotizzato.

Molti fenomeni postmortali delle cellule vegetali sono considerati così come processi di necrobiosi (gommificazione della parete cellulare o suo ringonfiamento (fig. 4) *l'obliterazione* di cellule del floema, l'imbrunimento per ossidazione delle pareti e d'inclusi cellulari, ecc).

Questo concetto di BEYERINCK non è più accettabile dopo che è stato dimostrato che in ogni necrosi, dalle cellule morte si originano ed agiscono su quelle vicine viventi dei particolari necrormoni

(HABERLANDT e la sua scuola) per cui, ammettendo il concetto di BEYERINCK, ogni necrosi sarebbe in tutti i casi una *necrobiosi*.

E' quindi consigliabile accettare la definizione già riferita che corrisponde a quella data dal VERWORN (1909-1922).

Ipoplasia. - E' l'accrescimento e il differenziamento di cellule, di tessuti, come lo sviluppo di tutto l'organismo, che restano al disotto del normale.

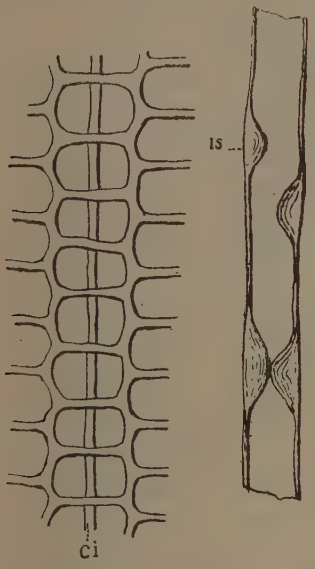


Fig. 5 - Esempio di metaplasia progressiva. A sinistra, cellule del legno di vite affetta da *arricciamento* mostranti un cordone endocellulare (ci). A destra ispessimenti (is) irregolari della parete dei peli radicali di *Lunularia*.

Ipertrofia. - E' l'accrescimento di cellule e tessuti ed anche tutto lo sviluppo dell'organismo, superiori al normale.

Iperplasia. - E' l'accrescimento di tessuti o parte di tessuti dovuti ad una esagerata proliferazione di cellule. A questo processo patologico si devono moltissime anomalie di accrescimento, tutti i tumori, quasi tutte le galle, i tessuti di cicatrizzazione delle ferite, ecc.

Metaplasia. - Questo processo patologico riguarda le modificazioni, progressive, o regressive, che possono avvenire nelle cellule sia nella parete, sia nei loro inclusi (fig. 5).

Non è possibile, data la ristrettezza del tempo a mia disposizione, che io tratti singolarmente e con esempi questi diversi processi patologici, voglio solo richiamare la vostra attenzione sopra un ordine di fatti recentemente scoperti che modificano alquanto le idee che avevamo sino a poco tempo fa sui fattori interni ed esterni che intervengono nelle deformazioni degli organi, nell'origine dei tumori e di molti fenomeni teratologici.

Voglio accennare alla scoperta degli *auxoni o ormoni di accrescimento.* E' ormai noto che le piante autotrofe come i microrganismi eterotrofi producono particolari sostanze che stimolano il proprio accrescimento non solo, ma queste *eteroauxine* dei parassiti animali e vegetali possono agire direttamente sui tessuti dell'ospite provocando più o meno marcate anomalie di accrescimento.

L'azione di un parassita sull'ospite non solo può esplicarsi nel modo ora detto, ma anche col modificare l'attività e la specificità delle sostanze di accrescimento delle piante ospiti stesse *(autoauxine).*

Le lesioni che determinano la morte di alcune cellule nel tessuto di un organo inducono spesso una produzione locale maggiore di autoauxine *(un'iperauxonia)* per cui ne risultano o ipertrofie o iperplasie. Se in simili condizioni un batterio, come il B. *tumefaciens* o il B. *savastanoi,* che producono eteroauxine, infetta la ferita, la sua presenza può fare aumentare ed estendere l'iperauxonia che era stata inizialmente provocata dalla ferita, sommando gli effetti della propria eteroauxina all'autoauxina dell'ospite.

Il parassita probabilmente non solo fornisce un più o meno continuo quantitativo di etoroauxina, ma a causa dell'accrescimento anormale dei tessuti disturba la normale produzione, trasporto e attivazione degli autoauxoni.

Provocando la formazione di nuovi e anormali centri di accrescimento il parassita crea altri luoghi di produzione di autoauxoni.

Per quanto riguarda la formazione di galle dovute a insetti o ad altri organismi animali, come acari o vermi, si può ammettere

che la flora normale batterica dell'apparato boccale e del tubo digerente dell'organismo cecidogeno determini la formazione di eteroauxoni o che l'organismo animale stesso provochi etero uxoni nel suo metabolismo.

La constatazione di La Rue (1935) che le feci degl'insetti possono produrre tumori se inoculate nelle piante è in appoggio alla prima delle due ipotesi suddette. D'altra parte io devo ricordare che nodosità sulle radici della vite io ottenni in ambiente sterile da fillossere nate da uova libere da microrganismi (1909). Non si può escludere che le secrezioni salivali possano contenere eteroauxine.

Sono le vecchie concezioni del Sach (1880) sopra l'esistenza di sostanze formative (Bildungstoffe) che oggi vengono luminosamente confermate dalle ricerche sperimentali di questi ultimi anni sopra le sostanze di accrescimento dei vegetali.

Non è certo in questa lezione che io voglio riferire su questo importantissimo capitolo della fisiologia e patologia delle piante, ho voluto solo farne un cenno perchè oggi tutta l'eziologia di moltissimi processi patologici delle piante deve venir riveduta in base alle nuove nozioni, specialmente l'eziologia delle proliferazioni, dei tumori e delle galle. Anche l'origine di molti processi di degenerazione e di necrosi del protoplasma e che possono costituire le condizioni predisponenti ad attacchi parassitari o a fenomeni regressivi di più o meno larga estensione devono essere oggi sottoposte a nuove ricerche dal punto di vista degli ormoni dell'accrescimento.

La variabilità dei funghi in rapporto alla patologia vegetale

Sino a un ventennio fa in tutte le ricerche sull'eziologia delle malattie prodotte da funghi, il parassita veniva considerato, nella gran maggioranza dei casi, come un agente patogeno quasi invariabile nella sua azione sull'ospite o per lo meno dotato di una virulenza variabile entro certi limiti per condizioni esterne.

Un sensibile progresso fecero le nostre nozioni in questo campo di ricerche quando fu scoperto che la sospettata plasticità di certi parassiti fungini, come le ruggini, era attribuibile all'esistenza di numerose forme o razze biologiche, distinte fra loro non da particolarità morfologiche ma da diverse attitudini e preferenze parassitarie. Sino a una quindicina di anni fa si riteneva che queste forme si fossero originate in tempi più o meno remoti e che ormai esse potessero esser ritenute come fisse e si credette di poter escludere la probabilità di una variabilità in atto, dovuta a possibili ibridazioni fra razze di una stessa specie o di specie affini.

Ora, dopo i lavori della Dodge, del Kniep, della Newton, dello Stakman e della sua scuola, di Craigie, ecc. tale probabilità non solo non è più da mettersi in dubbio, ma è ormai ben dimostrato che la variabilità dei funghi, specialmente di quelli eterotallici, si deve in gran parte al prodotto d'ibridazioni.

Lo studio dell'eterotallismo sessuale dei funghi costituisce la base delle ricerche di genetica su questi microrganismi. Esso ha aperto vasti orizzonti alle ricerche sulla biologia di questi parassiti e sulla variabilità della loro azione parassitaria.

L'aggressività, la virulenza, la specificità dell'attacco parassitario possono variare nei limiti di una stessa specie fungina secondo che ci troviamo in presenza della fase aploide o diploide o di ibridi originati dall'incrocio di varietà o razze eterotalliche. Non è mio compito trattare qui dell'eterotallismo. Dirò solo poche parole a chiarimento di questo termine per chi non ne avesse una nozione precisa. *L'eterotallismo*, che etimologicamente vuol dire talli diversi, si riferisce al fatto che moltissimi funghi hanno i due sessi, maschile e femminile, su due talli o miceli separati, a differenza di altri che hanno i due sessi sopra uno stesso tallo o micelio.

In quest'ultimo caso si parla di *omotallismo*. E' facile capire come da queste nozioni fondamentali sieno derivate numerose ricerche sull'ibridazione fra funghi e sia stata raggiunta anche la convinzione che

tutte le piante con le loro varietà, razze ed ibridi possano essere attaccate da forme specializzate di una stessa specie fungina che differiscono fra loro solo per proprietà parassitarie e che quindi viene con ciò reso più lungo e difficile il lavoro del genetista delle piante coltivate nello sforzo di produrre e selezionare piante resistenti, tenuto conto della possibilità che nuove forme parassite possano sempre formarsi in seguido a nuove ibridazioni.

Si deve inoltre tener presente che vere mutazioni sessuali possono avvenire nei funghi.

Kniep ha dimostrato che certe specie di basidiomiceti presentano di tali mutazioni e che queste seguono le leggi mendeliane.

Vandendries coltivò per 6 mesi 24 aplonti di *Coprinus radians* che è specie eterotallica, dimostrando la loro natura unisessuale con 1058 incroci.

Orbene questi miceli aploidi passarono di poi alla fase diploide spontaneamente.

La fusione fra miceli aploidi di razze diverse sono state osservate molte volte, con l'originarsi così di ibridi particolari, da ritenersi omologhi agl'ibridi d'innesto delle piante superiori. Oltre a queste cause di variazioni sono da prendere in considerazione le cosidette variazioni brusche o a salti *(saltations)* che si manifestano nelle colture dei funghi sopra substrati artificiali.

Ecco di che cosa si tratta. Nello sviluppo di una colonia di un dato fungo sopra agar nutritiva ad esempio, si nota che uno o più settori differiscono dal resto della colonia o per il colore del micelio o per l'aspetto di questo ecc. (fig. 6)

Se si isola un pezzetto di coltura da un settore variante e si trapianta in altra agar simile a quella della coltura originaria, si trova, che la nuova colonia è tutta eguale al settore variante e così avviene per le successive colonie che si possono far derivare dallo stesso settore. In altre parole si verificano spesso nelle colture artificiali dei funghi delle scissioni di forme che differiscono da quella originaria.

E' stato dimostrato che ciò avviene anche quando si parte da un solo conidio e che nessuna influenza ha sul fenomeno la diversità chimica del substrato.

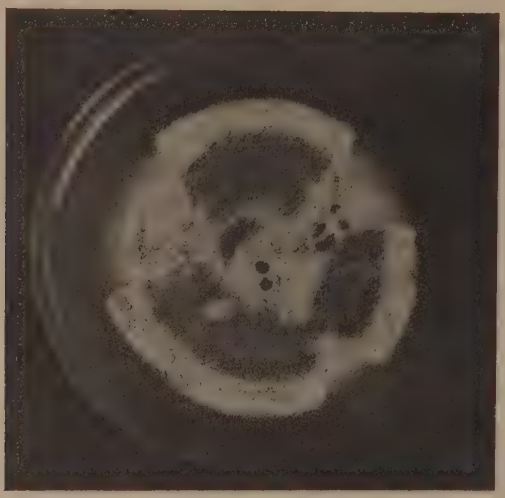


Fig. 6 – Coltura su piastra di *Acremoniella thermophila* Curzi derivata da un trapianto di una colonia monosporogenita. Sono ben visibili tre settori varianti ($^4/_7$ della grandezza naturale).

Recentemente questa variabilità dei funghi è stata in parte spiegata dalle ricerche sperimentali di H. N. Hansen. Queste ricerche, durate 6 anni e per le quali sono state esaminate le discendenze di 916 isolamenti di 30 funghi imperfetti, hanno dimostrato che i fattori che determinano i diversi caratteri delle colonie di uno stesso fungo sono da individuarsi nei singoli nuclei del conidio, se si tratta di conidi plurinucleati, come per es. quelli di *Botrytis cinerea*, e che l'unità base dell'individuo si deve ritenere il nucleo e non la cellula.

In altre parole un conidio non deve essere considerato come il rappresentante di un'individualità unica, ma come la riunione di due o più individualità, per cui esso può dare origine ad una coltura geneticamente pura solo quando i nuclei in esso contenuti siano geneticamente identici.

Vi sono casi nei quali i diversi tipi di discendenti di uno stesso conidio sono così diversi l'uno dall'altro che il sistematico li considererebbe come specie diverse.

Il fitopatologo adunque quando intraprende lo studio di una malattia prodotta da un'infezione fungina deve fra le altre cose tener presente la necessità di determinare se l'agente patogeno sia eterotallico o omotallico, se il micelio determinante l'infezione appartenga alla fase aploide o diploide e studiare possibilmente le due fasi coltivandole separatamente su substrati nutritivi artificiali.

Deve inoltre eseguire colture monosporogenite per stabilire se il fungo si conservi costantemente con gli stessi caratteri o presenti variazioni, saggiando la virulenza del micelio isolato da ciascun settore variante con inocolazioni sopra la pianta ospite.

D'altra parte è opportuno determinare se e quante razze biologiche specializzate nelle loro proprietà parassitarie esistono del fungo nelle diverse regioni di un determinato paese, per conoscere con una certa precisione quali varietà della pianta ospite possano esser ritenute resistenti o recettive verso le singole razze biologiche previamente individuate.

Come si vede, le nozioni sulla variabilità dei funghi parassiti rendono assai complessa l'opera del fitopatologo, contribuendo però a rendere più perfezionati i mezzi atti a prevenire o a combattere i parassiti fungini.

Se esista una degenerazione delle varietà coltivate per senilità. – La questione di conoscere se si verifichi nelle piante una vera e propria degenerazione per senilità è molto antica ed è stata sempre discussa perchè è radicata nella mente degli agricoltori pratici l'idea che molti casi di perdita della resistenza alle malattie manifestantesi in alcune varietà coltivate e sottoposte alla continuata moltiplicazione per via agamica, siano determinati da una degenerazione delle varietà stesse per senilità.

Una degenerazione dovuta all'età e cioè a un processo d'involuzione o di regressione per cause interne non è ammessa da molti fitopatologi, come ad es. il Sorauer, che l'ha negata nel modo più assoluto, altri invece l'ammettono, come ad esempio il Molisch.

Secondo questo fisiologo la continuata riproduzione agamica mediante talee, polloni, tuberi, bulbi, ecc. può trasmettere la debolezza della vecchiaia della pianta madre ai suoi discendenti perchè è legge ormai ben dimostrata che tutte le proprietà della pianta madre vengono trasmesse ai discendenti con la moltiplicazione vegetativa, quindi anche la particolare stanchezza della vecchiaia. Se questo corrispondesse al vero ben poche varietà di fruttiferi riprodotte sempre vegetativamente potrebbero essersi conservate da centinaia di anni. Non è provato che si verifichi veramente una stanchezza per vecchiaia nelle iniziali del meristema primario. Se nella maggior parte degli alberi si nota una progressiva diminuzione dell'attività di accrescimento dell'apice vegetativo ciò proviene, più che da una stanchezza per vecchiaia delle iniziali, dalla dannosa influenza che su di esse esercitano i vecchi tessuti definitivi la cui funzionalità si riduce notevolmente e progressivamente in seguito a malattie, ad attacchi di parassiti, ai danni delle condizioni inorganiche dell'ambiente.

Anche se tutte queste cause di deterioramento potessero venir eliminate resterebbe sempre l'effetto dell'invecchiamento e della morte dei tessuti definitivi che non possono essere rinnovati integralmente ogni anno dall'attività dei meristemi. Si può ammettere come molto

verosimile che il meristema apicale finirebbe per risentire della decadenza dei tessuti secondari che gli servono di supporto e che confinano con quelli che servono al trasporto dell'acqua e degli alimenti minerali sottratti al terreno.

Questi vecchi tessuti dovrebbero andar soggetti a processi di disorganizzazione. Se noi consideriamo una cellula di un tessuto definitivo di un albero, troviamo naturalmente che ha una vita limitata, astrazione fatta da ogni possibile danno dal mondo esterno. Al massimo le cellule del midollo e della corteccia di certe cactee, che sono fra le più longevi, raggiungono i cento anni di età.

E' quindi ammissibile che l'albero non sia potenzialmente immortale, ma non nel senso ammesso dal MOLISCH, e cioè che sia limitata la vita delle iniziali del meristema primario per una loro insita decadenza per senilità. La mortalità dell'albero considerata dal MOLISCH riguarda la vita dell'individuo o del singolo clone, non la vita della varietà o della razza. Il meristema dell'apice vegetativo, trapiantato, mediante l'innesto, sopra una pianta giovane e sana tornerà nuovamente a proliferare attivamente sotto le condizioni normali di nutrizione.

Il MOLISCH appoggia la sua tesi sopra alcune constatazioni.

Ad esempio cita le osservazioni del BENEDICT sopra l'infittirsi delle maglie delle nervature delle foglie della *Vitis vulpina* man mano che aumenta l'età della pianta. Così le maglie delle nervature di una vite di 60 anni sono molto più piccole di quelle delle nervature di una di 3, di 6 o di 28 anni (fig. 7). Questo carattere resta anche se per mezzo dell'innesto un vecchio ramo si fa vegetare sopra un nuovo apparato radicale di una pianta giovane. Non è però dimostrato che l'infittirsi delle maglie delle nervature sia un indice di vecchiaia, esso può essere solo un carattere dell'età adulta che, raggiunto un massimo, non cresca oltre quel limite. Il concetto che le varietà, le razze delle piante coltivate e che vengono moltiplicate vegetativamente dall'uomo, sieno soggette per natura a degenerare per vecchiaia nuove

dalla convinzione che in ultima analisi i cloni da noi coltivati sono sempre derivati da un unico individuo originario e che questo individuo si ritiene che non possa essere immortale. Si deve qui nuovamente ricordare che il concetto d'individuo, relativamente alle piante superiori, non può essere lo stesso di quello che riguarda i metazoi.

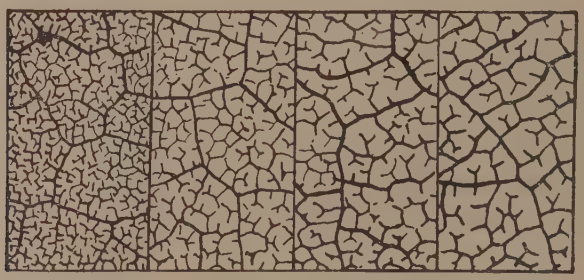


Fig. 7 – Terminazioni delle nervature fogliari di *Vitis vulpina* in piante di 3, 6, 28, 60 anni (secondo BENEDICT).

Se si ammette con WEISMANN ed altri biologi, che la cellula degli schizomiceti non sporigeni, sia immortale, noi possiamo considerare immortali anche le iniziali del meristema primario di una pianta legnosa. Non c'è nessuna ragione teorica per considerare le due sorta di cellule in modo diverso. Noi conosciamo molte piante superiori che non formano assolutamente mai gli organi della riproduzione sessuale, perpetuandosi indefinitivamente per via vegetativa senza mostrare per ciò alcun sintomo di decadimento.

In moltissimi casi che sono stati osservati, la diminuzione progressiva dell'attività di accrescimento, la diminuzione della produttività, l'aumentata suscettibilità alle malattie, che erano attribuite dai pratici alla ripetuta moltiplicazione agamica, sono state spiegate con altre cause, come l'intervento di nuove forme di parassiti, cam-

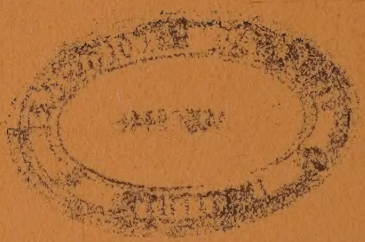
biamenti di sistemi colturali, l'ereditarietà di malattie o della tendenza a certe malattie, infine l'influenza dannosa del clima o del terreno nel caso di varietà o razza di piante coltivate in regioni molto diverse da quella originaria.

Le malattie così dette di degenerazione delle patate offrono un esempio molto istruttivo della infondatezza di questa presunta degenerazione per senilità di piante riprodotte sempre agamicamente. Oggi è ormai ben dimostrato che le malattie da virus sono l'unica causa di tali fenomeni degenerativi.

In altri casi la presunta degenerazione può avvenire per effetto di mutazioni gemmari regressive, moltiplicate inconsapevolmente con l'innesto dall'ignaro coltivatore, il quale dopo alcun tempo vede la varietà pregiata *degenerare* in confronto alle piante originarie.

In conclusione noi non possiamo ritenere per dimostrata una degenerazione delle varietà orticole per senilità, è verosimile anzi che le iniziali del meristema primario non subiscano un invecchiamento anche se la loro vita sia prolungata indefinitivamente con la moltiplicazione agamica.

Prima di attribuire qualunque decadimento di varietà coltivate, e riprodotte sempre vegetativamente, a degenerazione per senilità, deve esser ricercato con cura rigorosa se altre cause sieno intervenute a determinare il fenomeno.

Pisa, Facoltà di Agraria della R. Università
Istituto di Patologia Vegetale e Microbiologia Agraria e tecnica.

(*Presentata il 3 Maggio 1940 XVIII*)